

世界民航機的發展趨勢

人們從事國與國之間的活動日趨頻繁，搭飛機出國旅遊與商務飛行成為生活的一部分，旅運的需求也愈來愈多。

動力飛行的歷史才剛滿 100 年，卻已經大幅改變人類的生活、戰爭與歷史。未來 20 年，民航機的長相又會是如何呢？

張有恆 蘇昭旭

由於國際航空運輸的競爭特性，使得飛機製造商必須不停地推陳出新，以滿足日新月異的市場需求。基本上，國際航空運輸以下的營運特性，使得飛機製造的革新與創新更趨白熱化，以合乎未來國際航機市場的需求。

航空運輸的營運特性

技術革新快速 隨著科技的日新月異，航空運輸市場經營環境的變化也日益劇烈。因此，航空公司必須能隨時應變，掌握正確的商機，過去不可能的事，在未來可能就變成日常生活中必備的常識，例如波音公司的 B747 型飛機使不著陸的洲際飛行趨於

常態。飛機製造商必須不停地革新與創新，以掌握時代的趨勢。

具有跨國企業的特性 人們從事國與國之間的活動，像是政治、商務、旅遊等，日趨頻繁，因此國際航空市場具有跨國企業的特性。搭飛機出國旅遊與商務飛行成為生活的一部分，旅運的需求也愈來愈多。換句話說，人類每年花在飛機上的旅行時間，有日益增加的趨勢。民航機的舒適、速度、安全等的需求，也將有增無減。

龐大的沉沒成本 由於航空業的投入成本甚高，而且是資本密集的產業，固定成本遠大於變動成本，必須吸引較多的乘客搭乘才能獲利。新飛



人類每年花在飛機上的旅行時間，有日益增加的趨勢。民航機的舒適、速度、安全等的需求，也將有增無減。

機的造價高昂，像是B747-400的造價可以高達1.5至2億美元，最新的空中巨無霸—空中巴士A380的造價，更高達3.19億美元。航空公司購買飛機所需的金額不貲，因此，除了考慮乘客與市場的需求之外，還必須考慮機隊的編成、人員訓練及後續維修的成本，這也使得飛機的研發計畫變得更加複雜。

國際市場競爭激烈 國際航空是屬於環球性多國籍的運輸業，在每一條航線上，往往會有數家航空公司從事定期客貨運輸的業務。因此，市場的競爭在所難免，像是以票價優惠、常飛顧客的酬賓計畫爭取顧客的忠誠與市場占有率，提升航空公司在市場上的競爭優勢。飛機製造商在推出新飛機時，也不得不使出渾身解數爭取

訂單。

在1996年，美國麥道飛機製造公司被波音公司購併以後，全球飛機製造商已經成為美國波音公司與歐洲空中巴士集團雙雄並立的局面。從1990年代起，美國波音公司的B747-400是長程航線的主力機種。波音公司的B777雖然比空中巴士的A340晚2年間世，但是在設計上卻能超越對手。B777的優勢包含有較寬的機身截面、較遠的航程、較高的巡航速度等。較寬機身的B777使得每一排可以容納10個座位，相對地，A330/A340最多只能容納8個座位。

基本上，波音公司製造客機的歷史悠久，享有較高的市場占有率，也正是它的優勢。在載客量大於100人座的各級飛機市場上，波音公司維持一貫的霸主地位。

相對地，在空中巴士集團A330/A340系列中，A330配備2具引



國際航空是屬於環球性多國籍的運輸業，在每一條航線上，往往會有數家航空公司從事定期客貨運輸的業務。因此，市場的競爭在所難免。

隨著科技的日新月異，航空運輸市場經營環境的變化也日益劇烈。
因此，航空公司必須能隨時應變，掌握正確的商機。



新加坡航空的 A380 客機取得全球 A380 首航的地位，A380 客機是目前載客量最大的民航客機，它是藉由超大載客量降低每個座位的成本，達到乘客座位寬廣舒適的目的。



從這架新加坡航空 A380 客機與後方馬來西亞航空公司的 B747 客機的比較，可以想見 A380 客機到底有多大。

擊，是中程航線的主力。A340 配置 4 具引擎，是空中巴士長程航線的主力。在剛推出時，它取代了 B747 - 400 成爲全世界飛得最遠的飛機。

在設計上，A330 / A340 完全採取電腦輔助設計，線傳飛控 (fly by wire) 系統使操控飛機更簡單。此外，A330 / A340 最具有競爭力的設計是操作上的共通性，像是駕駛艙的儀表配置、側置式的操縱桿或線傳飛控系統，都延續著先前 A320 的設計，因此轉換訓練的成本很低。採用空中巴士機隊的航空公司，在機師培訓上可以省下一筆可觀的成本。

隨著國際石油燃料價格居高不下，對於環境保護的要求，以及人類對於環境變遷的自覺，未來民航機的

發展有下列的趨勢。

極大型商用運輸機

未來民航機的發展趨勢之一，是極大型商用運輸機 (very large commercial transport, VLCT) 的開發。先進的科技使 A340 與 B747 - 400 的續航力不相上下，但是 B747 - 400 的載客密度較高，每班次有 400 人座以上。在座位供不應求的航線上，A340 還是無法與 B747 - 400 競爭。因此，空中巴士公司的新飛機發展的方向，其一是延伸目前的產品線，其二是發展一種能夠容納 600 ~ 700 人的全新客機，把航程與酬載推到更高。這樣的趨勢也促成極大型商用運輸機的誕生，A380 空中巨無霸飛機呼之欲出。

在 2000 年 12 月 19 日，空中巴士集團的董事會在正式批准 A3XX 巨無霸客機計畫的同時，也把這一型的巨無霸客機命名爲 A380。這是被稱作繼協和號客機以後，歐洲航空史上最富野心的計畫，也等於是空中巴士集團在高於 100 人座的各級飛機市場上，全面挑戰波音的霸主地位。A380 的原型機在 2004 年中首次亮相，研發的投資總共是 160 億美元。

在 2005 年 1 月 18 日，首架 A380 客機在法國土魯斯的廠房舉行出廠典禮，並且在 2005 年 4 月 27 日試飛成功。在 2005 年 11 月 11 日，A380 首次跨洲試飛抵達亞洲的新加坡。在 2007 年 10 月 15 日，交付 A380 客機給新加坡航空公司。在 2007 年 10 月 25 日，A380 首次商業載客從新加坡樟宜機場成功飛抵澳洲雪梨國際機場。

這款由歐洲空中巴士集團推出的 A380，是目前全球最大的商用客機。不過，A380 並非全球最大的飛機，這個紀錄由目前全世界最大的貨機，翼展 88 公尺，長 84 公尺，有 6 具引擎，最大起飛重量可以達到 640 公噸的俄羅斯安托諾夫 (Antonov) An - 225 的飛機所擁有。

A380 取代波音 B747 - 400 型客機，成爲世上最大載客量的民航客機。它的最大特徵是機體採全雙層設計，載客數在 550 人以上，續航力達到 8,750 英里。標準規格的 A380 有頭等艙、商務艙和經濟艙，共可容納 555 名旅客，比類似規格的波音 B747 多 139 個座位，外加前所未見的豪華設備，例如酒吧、臥房、健身房和休息室。A380 的操作成本比現有大型

客機低了15到20%，卻多出10到15%的額外航程。

此外，A380提供的座位也多了35%，最大的載客量可以高達880人。因此，A380不但可以提高每個班次的載客量，又可以疏解機場跑道容量飽和的問題。

針對A380超大型客機推出後的來勢洶洶，目前波音公司打算把B747客機翻新，計劃研發B747-800，座位數目前預估也有550位以上，可以與A380匹敵。更重要的，波音公司預估的研發成本只要大約40億美元，在2010年便可以交機，預估的售價只要2.92億美元，比A380-800的3.19億美元的造價更便宜。不過，波音公司認為未來國際航空的主戰場，是在省油與效率競爭的「直飛航線」的客機上，而A380是著重在航空轉

運中心Hub的超大型客機，這並非他們在意的重點。

超級雙引擎長程客機

未來民航機的另一個發展趨勢，是雙引擎長程客機的開發。B787是波音公司在21世紀發展的新一代民航機，一方面取代航程較短的廣體客機B767，同時取代可以長程跨洲飛行的B777系列，並且在省油與效率的直飛航線客機上力求突破，開闢一個航空新戰場。波音B787在概念發展時的代號是B7E7，中間的E字代表3個意義，Energy（能源）、Environment（環境）與Eight（八），因此，B787被稱作夢幻客機Dreamliner。

B787的原始設計概念，對航空公司客戶的最大價值在於能源效率，

以及能夠符合世界各國在二氧化碳排放及噪音降低方面的規範。第1架B787在2007年7月8日出廠。B787著重燃油效率勝於載客人數，全機體採用50%的石墨纖維複合材料，可以節省20%的飛行油料消耗，在高油價的時代，不啻是航空公司的新選擇。

B787在座艙舒適度方面，也是前所未有的賣點。依據波音公司公布的發展重點，機身採用大量複合材料，不易腐蝕。因此，機艙濕度比其他飛機提高許多，旅客身體脫水的狀況也大為緩和。此外，除了座位比較寬敞以外，座艙的光源採取情境式照明（moody lighting），感覺更為柔和，可以讓旅客放鬆。座艙的窗口比現在大很多，靠窗的旅客可以俯視地平線，窗戶還可以由旅客自行調整明暗。最



圖片來源：波音公司網站

B787客機是波音公司在21世紀發展的新一代民航機，它在概念發展時的代號是B7E7，中間的E字代表3個意義，Energy（能源）、Environment（環境）與Eight（八），因此，B787被稱作夢幻客機。

近波音公司更宣布旅客可以在飛機上上網，這也成為座艙服務的特色之一。

由於 B787 的成功，迫使空中巴士匆促地推出競爭機種 A350。當 2005 年空中巴士宣布推出 A350 時，被航空市場譏笑是改良版的 A340，根本無法與 B787 競爭。在航空市場的壓力下，空中巴士公司在 2006 年宣布重新設計飛機，新機種代號改為 A350XWB（超廣體，extra wide body），第 1 架 A350XWB 預計在 2014 年出廠。

A350 是空中巴士公司為滿足市場對遠程中運量的需求，而新推出的雙發動機廣體客機，包括 3 種機型：A350-800、A350-900 和 A350-1000。載客人數介在 250 人至 375 人之間，並且可以依據航空公司的需

求，靈活地調節客艙布局。A350 飛機基本型的航程平均是 8,500 英里，是同級別的飛機中續航力最遠的，也是同級別的所有飛機中每一個座位營運成本最低的。

此外，空中巴士公司為了力拼美國波音公司的 B777 和 B787，把雙引擎 A350 系列的飛機從原計劃的 3 種型號增加到 5 種型號。也就是 A350-800、A350-900、A350-1000、A350-900ER 客機和 A350-900F 貨機，形成一系列的 A350 機隊家族。空中巴士公司的目標，是讓 A350 結合 21 世紀所有的先進技術和 A380 機型的成功

經驗，因此，全新的 A350 超寬體飛機會更有效率、更環保、也更安靜。

A350 家族新加入的 2 個新成員，例如 A350-900ER 型客機的續航力更提高到 9,000 英里，A350-900F 的載貨量也會達到 90 噸，續航力也有 5,000 英里。

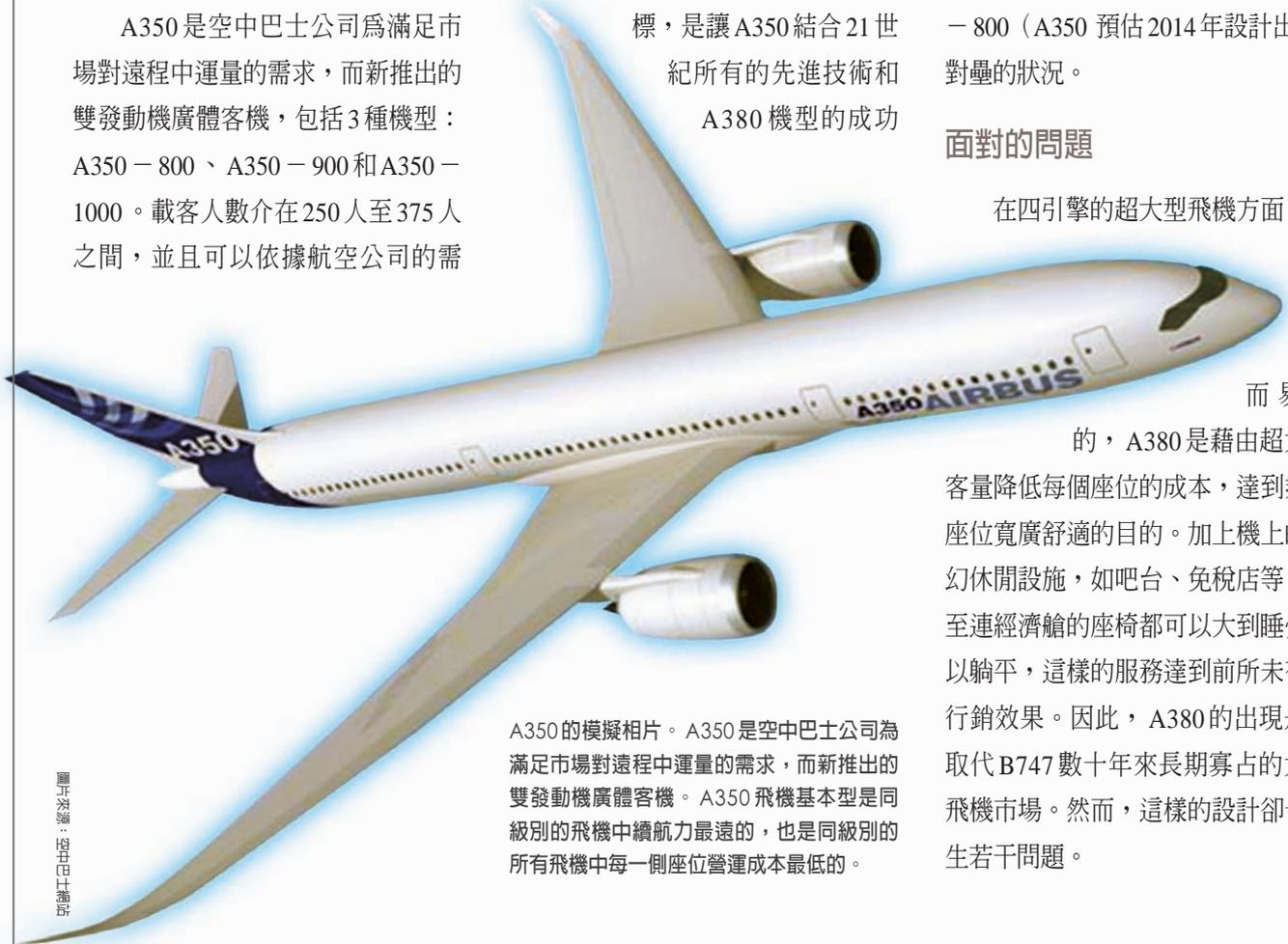
因此，在未來的國際航空市場中，在長程航線的四引擎超大型飛機方面，將出現 A380 與 B747-800（B747-800 預估 2010 年設計出廠）競爭的狀況，而在中長程航線的雙引擎大型飛機方面，將出現 A350 與 B787-800（A350 預估 2014 年設計出廠）對壘的狀況。

面對的問題

在四引擎的超大型飛機方面，顯

而易見的，A380 是藉由超大載客量降低每個座位的成本，達到乘客座位寬廣舒適的目的。加上機上的夢幻休閒設施，如吧台、免稅店等，甚至連經濟艙的座椅都可以大到睡覺可以躺平，這樣的服務達到前所未有的行銷效果。因此，A380 的出現是想取代 B747 數十年來長期寡占的大型飛機市場。然而，這樣的設計卻也產生若干問題。

A350 的模擬相片。A350 是空中巴士公司為滿足市場對遠程中運量的需求，而新推出的雙發動機廣體客機。A350 飛機基本型是同級別的飛機中續航力最遠的，也是同級別的所有飛機中每一側座位營運成本最低的。



圖片來源：空中巴士網站

在石油價格越來越昂貴的未來，飛機的省油性能是很重要的，加上國際環保意識高漲，噪音要低、廢氣排放符合規定也成為時代新潮流。



圖1來源：空中巴士網站

A380以超大載客量減低每個座位的成本，對航空公司有利，同時又加大服務空間，以豪華的內裝、舒適的配備招攬乘客，對乘客有利，其實這兩者是必須取捨的。

目前全球的主要機場設施，大多數都無法容納A380，必須特別改裝、增建。因此，A380能起降的機場受限是一個嚴重的問題。例如台灣的桃園國際機場必須改裝，加大第二航站大廈的D5和D6登機門，尤其是增加一層更高的空橋，才能為A380超大型客機服務。

A380以超大載客量減低每個座位的成本，對航空公司有利，同時又加大服務空間，以豪華的內裝、舒適的配備招攬乘客，對乘客有利。其實

這兩者是必須取捨的，這正是新加坡航空A380的客機座位數僅有450個左右的緣故，主要是因為公共服務空間比較多。如果是以前設計的乘載800多名乘客來降低平均座位成本，夢幻的公共服務空間也會大幅減少。

很顯然地，波音公司看到了這個問題，因此打算直接把B747客機翻新，研發成為B747-800，用很低的研發成本，便可以與A380匹敵。換句話說，波音公司認為加大飛機的空間並非什麼大問題，不過在四引擎超

大型飛機方面，A380終究搶得了先機，飛機上空間與服務也達到前所未有的行銷效果。

反觀波音公司認為未來國際航空的主戰場，是在省油與效率競爭的直飛航線客

機上，因此推出B787夢幻客機Dreamliner。而空中巴士公司的A350，充其量只是在與B787競爭下所衍生的機種。空中巴士本來的21世紀的主力產品是A380，期待高運量帶來的經濟優勢取代已經飽和的B747-400機種。想不到A380的交機期一延再延，而且訂單也不如預期。反觀B787推出以來一枝獨秀，訂單已經排到2015年方能交機。

由於A350尚在規劃設計中，其性能並未完全確定。雖然據空中巴士表示，A350的耗油量會比B787還低7%，其他的性能不是和B787接近，就是比B787還好。然而，一般市場的評價是B787優於A350。至於客艙環境方面，雙方應該各有千秋，目前A350尚無明確的設計。因此，B787在雙引擎大型飛機方面，也搶得了先機。與空中巴士公司剛好在不同市場，平分秋色。

不過，在石油價格越來越昂貴的未來，飛機的省油性能是很重要的，加上國際環保意識高漲，噪音要低、廢氣排放符合規定也成為時代新潮流。在這一方面，B787掌握了這個趨勢。然而，由於A380與其他空中巴士各種機型轉換訓練時間很短，公司可以彈性地運用飛行組員，節省訓練的時間與費用，這是建立機隊有利的地方。相信大家在航空市場上會各取所需，未來也勢必掀起另一波美國波音和空中巴士的龍頭地位大戰，好戲可期。 □

張有恆 蘇昭旭

成功大學交通管理研究所



目前全球的主要機場設施，大多數都無法容納A380，必須特別改裝、增建，尤其再空橋部分。